

Rádióirányítású modellrepülővel készített légifelvételek természetvédelmi és ornitológiai alkalmazása

KALMÁR SÁNDOR – KOVÁCS GYULA – FARAGÓ SÁNDOR



Kalmár Sándor – Kovács Gyula – Faragó Sándor 2011. Nature conservation and ornithological applications of airborne imaging techniques using radio controlled model airplanes – Ornis Hungarica 19: 141–148.

Abstract Usage of airborne images has been widely pervading in the different research programs. The high costs of the research-specific airborne imaging techniques and habitat-mapping is often beyond the budget of the programs. Airborne images, made by radio controlled (r-c) model airplanes provide a perfect alternative for the environmental and biological researches. The model airplanes give the possibility for landscape mapping or count field objects, which can not be done with any other methods (or just with bigger efforts and disturbance). For example: game counting, nest counting, survey of different microhabitat patches or vegetation mapping.

keywords: aerial photography, r-c model airplane, habitat-mapping, nest-counting

Összefoglalás Légifelvételek, űrfelvételek alkalmazása évtizedek óta széles körben elterjedt módszer a különböző kutatási programok támogatására. Mindazonáltal a kutatás-specifikus légifelvételek, ortofotók és élőhely-térképek megrendelése gyakran túlmutat egy adott program költségvetésén. Kiváló alternatívát (sőt esetenként egydéli megoldást) jelentenek a rádió-irányítású légi járművekről (modellrepülőgépekről és multicopterekről) készített felvételek a természetvédelmi és biológiai kutatások számára (pl. madárfészek-számlálás, vadszámlálás, vegetációtérképezés stb.). A speciális kialakítású modellrepülőgépek segítségével a felmérések profiljának és céljának megfelelően térképezhetjük fel a vizsgálati területet, amely munkálatok sok esetben más módszerrel nem – vagy csak nagyobb zavarás mellett – végezhetők el.

kulcsszavak: légifotó, r-c modellrepülő, élőhely térképezés, fészek számlálás

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., e-mail: otislife@emk.nyme.hu

Bevezetés

A különböző élőhelyek felmérésén, monitorozásán alapuló kutatások számára manapság elengedhetetlen a légifelvételek, űrfelvételek alkalmazása. Élőhely-térképezési, mérési, számlálási vizsgálatok és számos egyéb megfigyelés végezhető el segítségükkel, amelyek sok esetben megalapozói vagy hasznos kiegészítői egy-egy kutatásnak.

Észak-Amerikában a polgári célú motoros kisrepülőgépekről történő légi felmérések alkalmazása a vadbiológiában több évtizedes múltra tekint vissza, különösképpen a vízimadarak körében (Henny et al. 1972). A felmérési technológia fejlesztésével több irányban is történtek kezdeményezések. Kis formátumú fényképezőgép alkalmazásával (Ferguson & Gilmer 1980) jelentősen csökkenthetők voltak a költségek a térképészeten is használt mérőkamerákhoz (WILD

RC10) képest (Kerbes 1983). Anthony et al. (1995) örvös ludak (*Branta bernicla nigricans*) fészkelőállományát mérték fel videokamerával. Strong et al. (1991) sarki ludak (*Anser caerulescens caerulescens*) és kanadai ludak (*Branta canadensis*) esetében alkalmaztak multispektrális szkennert infravörös tartományban. IKONOS műhold felvételek szűrő algoritmusokkal történő automatizált számítógépes feldolgozását Laliberte & Ripple (2003) végezték el.

A földmérési, távérzékelési gyakorlatban alkalmazott módszerek azonban nem minden esetben felelnek meg a kutatások igényeinek. A kutatás-specifikus légifényképezés magas költsége gyakran meghaladja az adott program költségvetésének kereteit. További problémát jelenthet a fényképezést végző repülőgép korlátozott repülési magassága (tájvédelmi körzetek esetében minimum 450 m, lakott települések esetében minimum 600 m), vagy a gép által keltett zaj zavaró hatása a környezetre. A repülőgépek minimális repülési sebessége (80–100 km/h) további kritikus faktort jelenthet, amely keretek közé szorítja a fényképezést, és főként alacsony repülés során a felvételek elmosódását eredményezheti. A fenti tényezők figyelembevételével, az általunk bemutatott módszer – rádióirányítású (r-c) modellrepülőgépek alkalmazása légifényképek készítésére – kitűnő alternatívát jelenthet a különböző ornitológiai vagy egyéb biológiai és természetvédelmi kutatások során (Kalmár 2008).

Módszer

Modellrepülőgép és felszerelése

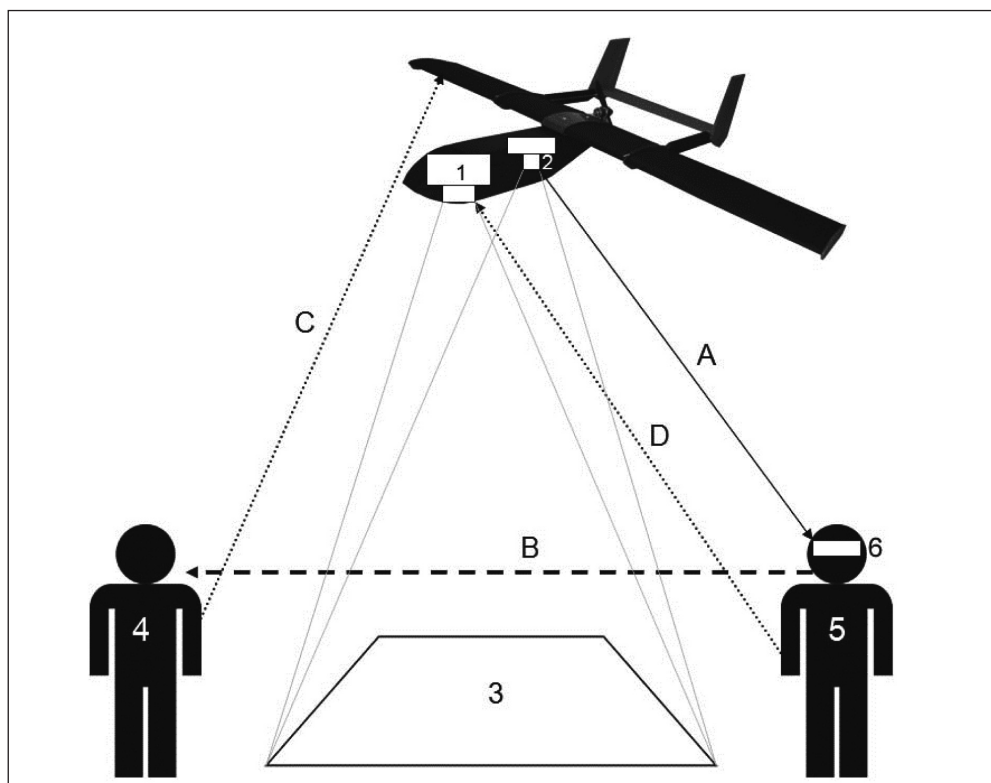
A kezdeti felvételek még rádió-távírányítású (r-c) robbanómotoros modellrepülővel készültek, hasonlóan Thome & Thome (2000)

által ismertetett módszerhez. Az eszköz, bár lényegesen olcsóbb megoldást jelentet a kisrepülő fényképezéshez képest, több hátránya is van. A fel- és leszálláshoz jó minőségű pálya szükséges, a robbanómotor okozta vibráció jelentősen rontja az exponált kép minőségét, valamint a keverék üzemanyagból keletkező kipufogógáz nagymértékben szennyezi a repülőgépet, és vele együtt a fényképezőgépet is.

A modellrepülőgépek technikai fejlődésük révén az elmúlt évtizedek alatt egyre alkalmasabbá váltak légifelvételek készítésére. Számos technikai újítás jelent meg az utóbbi időben, amely lehetőséget teremtett a speciális igényeknek is megfelelő eszközök kialakítására. Ide sorolható például a nagy teljesítményű háromfázisú elektromos motorok, a lítium-polimer (Li-Po) akkumulátorok, a könnyű és nagy szilárdságú építőanyagok (különböző habok és kompozit anyagok) vagy a digitális repülésirányító és segédberendezések (giroszkóp, GPS, magasságmérő stb.) megjelenése.

A fent említett feladatra a közepes méretű modellrepülőgépek (szárnyfesztsávolság 2-3 m, tömeg max. 3 kg) a legalkalmasabbak, amelyek nem igényelnek minőségi fel- és leszállóhelyet, kézből indíthatóak, és szinte bármilyen lágyszárú vegetáción képesek károsodás nélkül landolni (Faragó et al. 2007). A gépnek emellett elég nagyra kell lenni ahhoz, hogy elbírja a szükséges technikai felszerelést. A méret növelése egy lehetséges alternatíva a komolyabb képalkotó berendezések levegőbe juttatására, ez esetben a kézből való indítást egy katapult válthatja fel, amely rugózat vagy rakétahajtás révén gyorsítja a gépet a szükséges kezdősebességre.

Az általunk épített modellrepülő 2 m szárnyfesztsávolságú, hab anyagból (*elapor*) készült, elektromos meghajtású tolómotorja a középső törzsen található. A modell össz-



1. ábra A modellrepülés légifényképező rendszer gyakorlati működése

(1: digitális fényképezőgép, 2: videokamera, 3: vizsgálati terület, 4: pilóta, 5: segítő, 6: videoszeműveg)

súlya valamennyi szükséges technikai berendezéssel együtt 1,7 kg. Áramforrásként 2500 mAh-es, 3 cellás (11,1 V) Li-Po akkumulátort használtunk, amely 10–15 perces repülési időt tett lehetővé. Ez idő alatt a gép akár 500 m-es magasságot is elérhet. A felvételek készítését széllal szemben haladva, a lehető legalacsonyabb sebesség mellett végeztük. Az exponálási magasság megválasztása a kívánt lépték függvényében történt (100–500 m). A fényképezési rendszer interaktív, azaz a felvételek készítése közben a földön valós időben látható a modellrepülőgép helyzete és az általa fényképezett terület, amely segít abban, hogy a kiszemelt objektumról a lehető legpontosabb légifényképeket készíthessük.

Az 1. ábra ismerteti a rendszer működését. A modellrepülőgép fedélzetén egy 10,2 mpx felbontású, kompakt, digitális fényképezőgépet (1) helyeztünk el, amelynek exponálását távirányítással, szervomotor segítségével végeztük. A fényképezőgép mellett egy CCD-videokamera is helyet kapott a törzsben, a fényképezőgép látószögével megegyező pozícióban (2). A videokamera képét egy transzmitter segítségével a földön lévő videoszeművegre (6) sugározzuk (A), amelyet a segítő visel. A segítő a látott kép segítségével irányítja a pilótát (B), aki a célterület fölé vezeti a modellt (C). Amikor a modellrepülőgép helyzete megfelelő a felvételekhez, a fényképezőgép exponálását távirányítással a segítő végzi (D).

Eredmények és megbeszélés

Az alábbiakban két példán keresztül bemutatjuk, hogy sok egyéb felhasználási terület mellett milyen gyakorlati alkalmazási lehetőségei vannak az ismertetett módszernek. Mindkét példa természetvédelmi vonatkozású, elsőként telepesen fészkelő vízimadár-fajok állományfelmérését mutatjuk be, majd egy megvalósításra váró élőhely-rekonstrukció élőhely-térképezésén keresztül ismertetjük a rendszer működését, használatát.

Telepesen fészkelő vízimadár-fajok felmérése

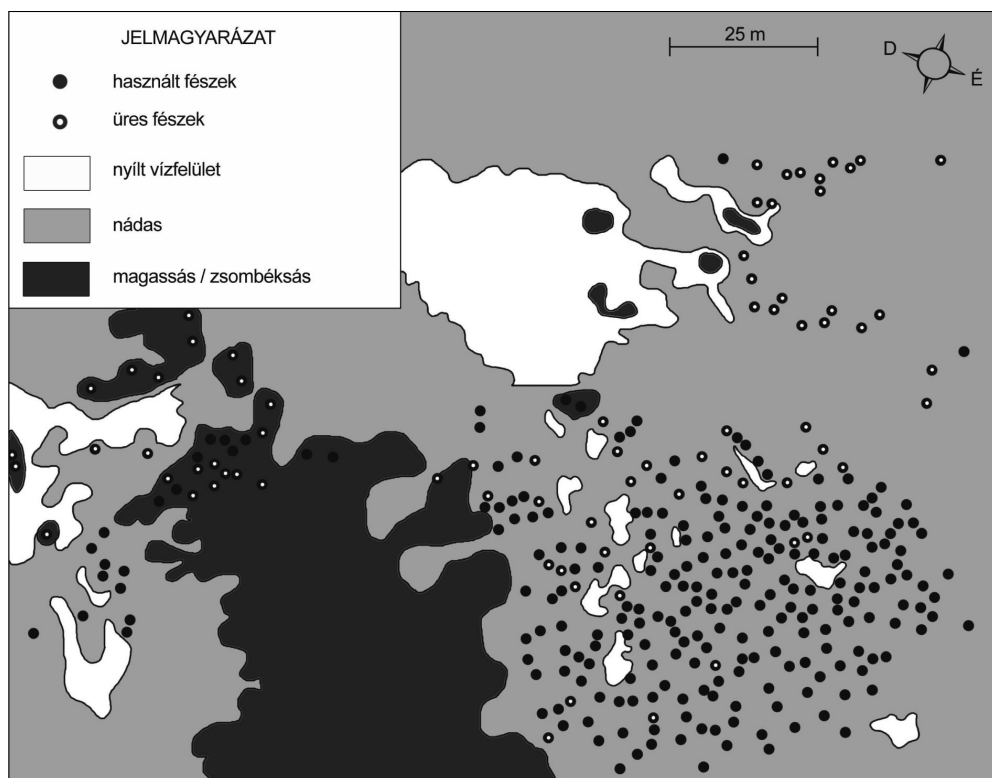
A telepesen költő vízimadár-fajok esetében a fészkelőterület rendszerint nehezen megközelíthető, emiatt a költőállomány felmérése, vagy a madarak jelölése csak nehezen kivitelezhető. Egy nagy kiterjedésű összefüggő nádasban lévő kócsagtelep felkeresése a nádas bejárásával szinte lehetetlen vállalkozás, mivel néhány méter után már igen könnyen eltévedhet a felmérő a rossz tájékozódási viszonyok miatt. Mindezt hátráltatja a nehéz és lassú haladási sebesség, ami egyrészt rendkívül fárasztó, másrészt a költési időben a zavarás miatt természetvédelmi szempontból is aggályos.

A fészkek keresése légifotók alkalmazásával igen eredményesen végezhető. Az előzőekben ismertetett módszer alkalmazásával a modellrepülő a legközelebbi szárazulatról elindítva, a kamera földre sugárzott élőképének segítségével a fészektelep fölé navigálható, és arról különböző magasságból légifelvétel készíthető. A felvételek alapján meghatározható a telep elhelyezkedése, mérete, a lakott és lakatlan fészkek száma, emellett ideális esetben az egyes fajok is elkülöníthetők (pl. nagy kócsag vs.

szürke gém). A telep pontos paramétereinek ismeretével nemcsak a fészkelőállomány nagysága becsülhető meg, hanem az esetleges madárjelölések is hatékonyan végezhetők, a könnyebb megtalálás és a kisebb zavarás révén.

Alább bemutatjuk egy, az Ócsai Tájvédelmi Körzet területén található kócsagtelep légifényképezésének eredményét. A térségben több potenciális nagy kócsag fészkelőhely található, amelyek évről évre eltérő számú fészektelepnek – és költőpárnak – adnak otthont. Az élőhelyek nehezen megközelíthetőek, több esetben sem csónakkal, sem gyalogosan nem járhatók be, így a fészektelepek felmérése csak légifelvétel segítségével történhet. A korábbi években történtek fészekfelmérések sárkányrepülőgépről, kisrepülőgépről, de ezek egyrészt költségesebbek a modellrepülőgépnél, másrészt a fényképezést és számlálást jelentősen megnehezítette a költő madarak felriadása a fészkekről. A modellrepülőgép elektromos meghajtása révén, szinte teljesen hangtalan, sziluettje nem hat zavaróan a madarakra. (Többször előfordult, hogy termikben köröző egerészölyvek a gép mellé szegődtek és együtt repültek azzal, majd amikor érzékelték, hogy a gép nem termikben halad, továbbálltak.)

A potenciális fészkelőhelyeket a legközelebbi szárazulatról közelítettük meg a modellrepülőgépről, a fent ismertetett módon. A gép irányítását végző pilóta mindvégig a gépen tartotta a szemét, míg a segítő a kamera élőképét nézve megállapította, hogy van-e fészektelep az adott élőhelyen. Amennyiben fészket (fészken ülő madarakat) látott a területen úgy a gépet arra navigálta (a pilótát szóban instruálva), majd elkezdődött a telep fényképezése. Az így elkészült felvételeket ezt követően szükség esetén mozaikokká egyesítettük, majd a fényképek



2. ábra Ócsai nagy kócsag fészektelep légifelvétel alapján készített ponttérképe

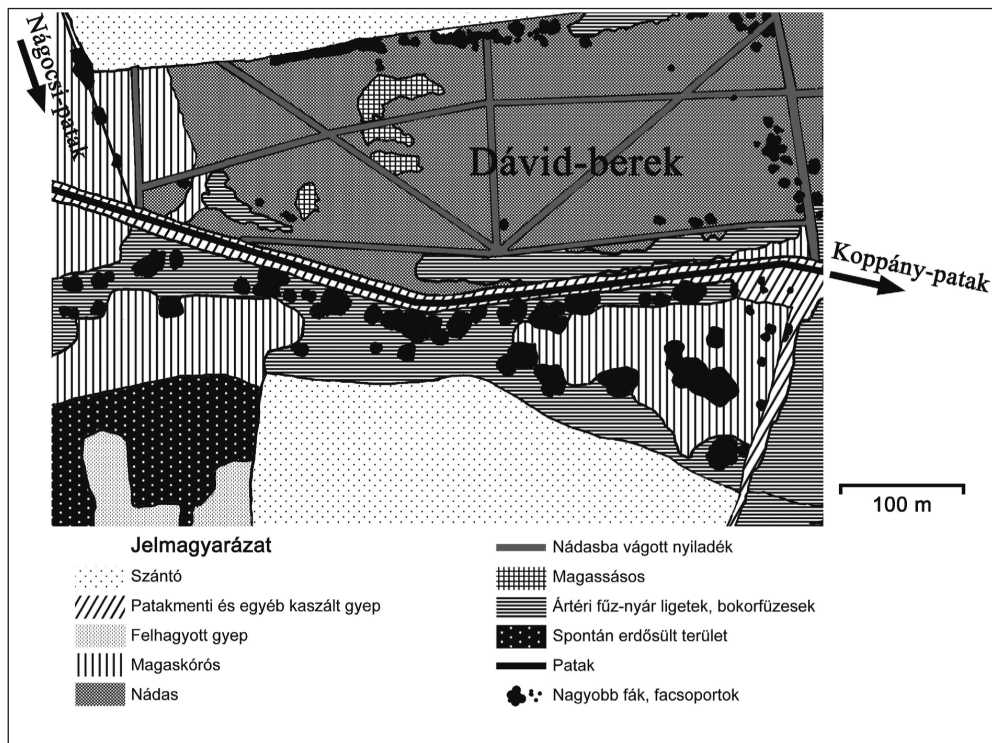
alapján elkészítettük az egyes telepek ponttérképét (2. ábra). A ponttérképek pontos információkat adnak az adott évben használt fészkekről, azok elhelyezkedéséről, élőhely-preferenciájáról. Mivel a felmérést abban az időben készítettük, amikor fiókák voltak a fészkekben, így az üres fészkeket tekinthetjük abban az évben nem használt fészkeknek, tehát a telep nagysága jó közelítéssel megállapíthatóvá vált. A nagy kócsag telepeken fészkelő szürke gémelek fészkei a fészken ülő madarak színézete alapján jól elkülöníthetőnek bizonyultak.

Élőhely-térképezés

A kutatás alá vont területek légifényképezése számos botanikai, rovtani, vadbiológiai

vagy természetvédelmi vizsgálat esetén is megkönnyíti a felmérést, hasznos adatokat szolgáltatva a vizsgált objektumokról. A fényképezett terület mérete, a lépték megválasztása minden esetben függ a kutatás céljától.

Nagy területek összefüggő felvételeihez a repülőgép végigpásztazza a kijelölt területet, majd az egyes fényképek kalibrálása, illesztőpontok segítségével történő korrigálása, georeferálása után az elkészült felvételek ortofotóvá egyesíthetők, amelyek így közel méretpontos térképként használhatók, a fotók részletgazdaságának előnyeivel. A kalibrálás lényege, hogy az objektív lencséje által okozott torzítást kiküszöbölje. Mivel a fényképezőgép és a Föld felszíne nem minden esetben párhuzamos, ezért a fotók ferde



3. ábra A Koppány-patak menti terület élőhelytérképe

síkját, azaz torzulását általában korrigálni kell. Ehhez használhatunk meglévő, nagy méretarányú térképeket: M 1:10000 topográfiai térkép vagy más geodéziai felmérési alaptérképek. Térkép hiányában a korrekciókhoz ismert koordinátájú pontok szükségesek, pl. geodéziai GPS-méréssel. Egy sík meghatározásához, azaz fényképenként geometriai értelemben minimálisan 3 pont szükséges. A pontokat úgy célszerű kiválasztani, hogy a fotók jól azonosítható pontjait (pl. villanyoszlop, műtárgyak, egyes fák) keressük meg a térképen, vagy meghatározzuk mérésrel a koordinátájukat. Ha az egyes fotók az ismert geodéziai koordinátájú pontok alapján történő transzformálása (georeferálás) megfelelően történt, akkor a fotómozaikká való összeillesztés már könnyen elvégezhető.

Az elkészült felvételek olyan információkat hordoznak, amelyek a földi terepbejárások során nehezen különíthetők el (pl. az egyes mikrohabitat foltok határai), de segítségünkön lehetnek egyes objektumok (pl. vadcsapások, fészkek) megtalálásában is.

Példaként Külső-Somogyban, a Koppány-patak Gerézdpusztá-Somogydöröcske közötti szakaszán végzett kutatáshoz készült légifelvétel interpretációját mutatjuk be. A vizsgálati terület egy 2 km hosszú patak szakasz, illetve ennek két oldalán lévő 0,5 km széles sáv volt. A felvételek feldolgozása után, az egyes élőhelytípusok elkülönítését végeztük el. A 3. ábrán az élőhelytérkép egy részlete látható.

A légifelvételek alapján a nádasban található magassásos foltok, az egyes fák, facsoportok jól elkülöníthetőkké váltak. Az

élőhely-térképezéshez jelenleg elérhető légifelvételekhez (FÖMI, Google Earth) képest az általunk készített fotók felbontása jóval részletgazdagabb volt. Méréseink szerint ezzel a technikával 0,1 m/pixel felbontás is elérhető, ami pl. a FÖMI által forgalmazott 0,5 m/pixel minőségű felvételekhez képest jelentős többletinformáció. Nagyobb felbontású, tükröreflexes kamera és megfelelő objektív alkalmazásával a jövőben akár dm/pixel alatti felbontás is elérhető, ami a repülési magasság és sebesség megfelelő megválasztásával is javítható. Mindamellet a módszer legnagyobb előnye az aktualitás, azaz, hogy a fényképezés időpontja szabadon megválasztható. Az élőhely-térképezés esetén ez igen fontos, hiszen nem mindegy, hogy mikori felvételekkel kell dolgozni. A terület fényképezése tetszőleges gyakorisággal ismételhető, így több éves monitorozás esetén az egyes folyamatok, változások jól nyomon követhetők.

Következtetések és javaslatok

Az ismertetett módszer relatíve alacsony költségvetéssel kínál alternatívát az ornitológiai, botanikai, vadbiológiai, geológiai és természetvédelmi kutatások térinformatikai támogatására, emellett számos egyéb területen (pl. régészet, építőipar stb.) mutatkozik igény a használatára. Lehetőséget nyújt az egyes élőhelyek feltérképezésére, olyan terepi objektumok megkeresésére, számlálására, amelyek más módszerekkel nem (vagy csak nagyobb ráfordítással, zavarással) végezhetők el.

A közel tíz éve tartó fejlesztés eredményeinek tükrében, a közeljövőben tervezük nagyobb méretű modellrepülőgépek megépítését, amelyek alkalmasak lesznek nagyobb tömegű, professzionális képalkotó berendezések (pl. tükröreflexes fényképezőgép, mérőkamera, hőkamera, hiperspektrális kamera) szállítására is, akár GPS alapú, automatizált vezérléssel támogatva. Utóbbi esetben már ún. *pilóta nélküli légi járművekről* (UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*) beszélünk, amelyeket egyre gyakrabban alkalmaznak légifényképezésre, mind civil, mind hadászati területen. Ilyen a Jones et al. (2006) által vadbiológiai feladatkörben alkalmazott UAV repülőgép, melynél a terepi alkalmazhatóság (kompakt méret, könnyű szállítás stb.) volt az elsődleges szempont a tervezés során.

A technikai fejlesztések másik alternatívájaként ún. *quadrocopterek* (négy rotoros, forgószárnyas modellek) alkalmazását tervezzük, amelyek képesek egy helyben lebegve megállni egy adott pont felett, 1–1000 m magasságig, mindezt GPS navigáció segítségével előre megadható koordináták szerint. Az eszköz akár önállóan is alkalmas megadott útvonal, és magasság szerinti repülésre, miközben adatokat szolgáltat a célterületről és elvégzi annak felmérését, légifényképezését. A quadrocopterek ugyan költségesebbek a modellrepülőgépekénél (emellett hordozott hasznos teher mennyiségében is alulmaradnak azoktól), mégis a professzionális légifelvételek, ortofotók készítésében minden bizonnyal a jövő egyik legfontosabb alternatíváinak tekinthetők.

Irodalom

- Anthony, R. M., Anderson, W. H., Sedinger, J. S. & McDonald, L. L. 1995. Estimating populations of nesting brant using aerial videography. – *Wildlife Society Bulletin* 23(1): 80–87.
- Faragó S., Kalmár S. & Kovács Gy. 2007. Modell-repülőről készített légifelvételek alkalmazása a különböző kutatási programokban. – EKT-V-TK konferencia kiadvány, Sopron. pp. 48–49.
- Ferguson, E. L. & Gilmer, D. S. 1980. Small-format cameras and fine-grain film used for Waterfowl population studies. – *The Journal of Wildlife Management* 44(3): 691–694.
- Henny, C. J., Anderson, D. R. & Pospahala, R. S. 1972. Aerial surveys of waterfowl production in North America, 1955–71. U.S. – Fish and Wildlife Service Special Scientific Report Wildlife 160, p. 48.
- Jones, G. P., Pearlstine L. G. & Percival H. F. 2006. An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research. – *Wildlife Society Bulletin* 34(3): 750–758.
- Kalmár S. 2008. Mesterséges erdőfelújítás kisemlős közösségének szünbiológiai vizsgálata. – *Magyar Ápróvad Közlemények* 10: 221–309.
- Kerbes, R. H. 1983. Lesser Snow Goose colonies in the western canadian arctic. – *The Journal of Wildlife Management* 47(2): 523–526.
- Laliberte, A. S. & Ripple, W. J. 2003. Automated wildlife counts from remotely sensed imagery. – *Wildlife Society Bulletin* 31: 362–371.
- Strong, L. L., Gilmer, D. S. & Brass, J. A. 1991. Inventory of Wintering Geese with a multispectral scanner. – *The Journal of Wildlife Management* 55(2): 250–259.
- Thome, D. M. & Thome, T. M. 2000. Radio-controlled model airplanes: inexpensive tools for low-level aerial photography. – *Wildlife Society Bulletin* 28(2): 343–346.

